Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXII, Nº 1, 65 - 71, 2012

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE LAS HEMBRAS DE IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) EN CONDICIONES INTENSIVAS

Reproductive Parameters on Female Black Lizard (*Ctenosaura pectinata*) Under Intensive Conditions

Omar Andrés López Ruvalcaba [1], José Luis Arcos-García [1*], Germán David Mendoza-Martínez [2], Roberto López-Pozos [1], Serafín Jacobo López-Garrido [1] y León Vélez-Hernández [1]

[1] *Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Puerto Escondido, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México, CP 71980. Tel.: (954)5824995. E-mail: jarcos@zicatela.umar.mx; jarcos68@hotmail.com.* [2] *Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia.*

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en cautiverio, para estimar los parámetros reproductivos en hembras adultas de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), con peso promedio de 531,1 g y rango de edad de 3,5 a 7,5 años, alojadas en jaulas de 90 m^3, las cuales se sometieron a observación durante tres años. Se determinó la biometría de las hembras, antes y después del periodo reproductivo, duración de celo y periodo de gravidez; se midieron las biometrías de los huevos y de las crías recién eclosionadas. El análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva. El peso de las hembras, la longitud hocico-cloaca, la proporción macho:hembra, el número de cópulas y la duración de la gravidez fueron diferentes (P<0,01) en todas las edades estudiadas. De acuerdo con la edad de las iguanas reproductoras, la duración de la cópula y periodo de celo fueron similares (P<0,05). En las hembras reproductivas de diferente edad, el peso de nidada y el peso promedio de huevos fueron diferentes (P<0,05), pero fueron similares (P<0,05) en la longitud, ancho y número total de los huevos ovopositados. La masa relativa de la nidada y porcentaje de avivamiento fueron similares (P<0,05); sin embargo, las variables de las crías fueron diferentes (P<0,05) de acuerdo con la edad de las hembras. Se concluye que las hembras mayores de 4,5 años de edad producen mayor número de crías, más grandes y pesadas, que las hembras de menor edad.

Palabras clave: *Ctenosaura pectinata*, iguana negra, cautiverio, reproducción.

ABSTRACT

This study was conducted in captivity, to determine reproductive parameters in adult female black lizard (*Ctenosaura pectinata*), with an average weight of 531.1 g, with ages ranging from 3.5 to 7.5 years, housed in cages of 90 m^3, the whom underwent observation for three years. It was determined the biometrics of females before and after the reproductive period, duration of mating and pregnancy period, biometric eggs and hatchlings were measured. The data analysis was performed using descriptive statistics, using age as independent variable. The weight of females, snout-vent length, the ratio male:female, the number of mating and the duration of pregnancy were different (P<0.01) at all ages studied. According to the iguanas breeding age, duration of copulation and mating period were similar (P<0.05). In reproductive females of different age, weight and weight average clutch of eggs were different (P<0.05) but were similar (P<0.05) in length, width and total number of eggs laid. The relative clutch mass and percentage of revival were similar (P<0.05), but the variable of the offspring were different (P<0.05) according to the age of the females. It was concluded that females over four years and six months of age produced more offspring in larger and heavier, than females younger.

Key words: *Ctenosaura pectinata*, spiny-tailed iguana, captivity, reproduction.

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de iguanas en el medio natural han disminuido notablemente en los últimos años, debido a la caza por parte de los humanos, a la deforestación que ha propicia-

Recibido: 21 / 02 / 2011. Aceptado: 06 / 12 / 2011.

do la desaparición de las especies en toda su distribución natural [2, 7, 11, 17]. Una de las razones por las que se cazan las iguanas es porque tienen valor económico importante, ya que sirven como fuente de alimento, son consideradas medicinales, tienen uso en peletería y como mascota para los pobladores de comunidades rurales y urbanas [2, 11, 16]. Dentro de las grandes iguanas tropicales del bosque, la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), es una especie catalogada como endémica de México y amenazada [13]. La iguana negra habita en áreas tropicales y subtropicales de México y se distribuye en los estados de Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Morelos, Puebla, Estado de México, en las Islas Isabel y Tres Marías. La Iguana Negra (*C. pectinata)* fue introducida en el extremo sur de Texas y el sureste de Florida [7]. En el estado de Oaxaca se localiza en la costa del Pacifico llegando hasta el Istmo de Tehuantepec y al sureste [18, 29]. Para apoyar la conservación de la especie se han implementado estrategias de conservación, mediante la creación de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) [25]; no obstante, los resultados obtenidos son poco alentadores porque la crianza en la UMA no ha dado resultados satisfactorios [34], posiblemente porque no es suficiente el conocimiento generado hasta la fecha en estado silvestre [2, 9], ni en cautiverio [4-6] o quizá porque el manejo que se lleva a cabo no se realiza de acuerdo con el conocimiento generado. Existe investigación básica en las áreas nutricionales, reproductivas y genéticas que debe ser complementada [3, 9, 14, 33, 38] con estudios reproductivos en cautiverio que son necesarios para establecer programas de crianza. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar los parámetros reproductivos de la hembra de iguana negra criadas en condiciones de cautiverio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante tres años, en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR), localizado en el kilómetro 128,1 de la Carretera Federal No. 200, Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Oaxaca, México. La elevación fue de 12 msnm; el clima corresponde al tipo AW, con lluvias en verano; la precipitación pluvial varía de 731,9 a 2,054 mm y la temperatura media del mes más frío es superior a 18°C [15].

Se utilizaron 77 hembras de *C. pectinata*, en inicio de madurez sexual, primíparas y multíparas, nacidas en cautiverio, con peso de 531,1 ± 12,9 g y longitud hocico-cloaca (LHC) de 24,1 ± 0,2 cm (TABLA I). Se utilizaron 47 machos con peso de 650,7 ± 32,3 g y LHC de 25,4 ± 0,32 cm. Las iguanas se alojaron en jaulas con medidas de 5 x 6 x 3 m de ancho, largo y altura, construidas con lámina galvanizada a un metro de altura y cubiertas en su totalidad con malla de criba de 0,5 x 0,5

TABLA I

BIOMETRÍAS OBTENIDAS EN HEMBRAS DE *Ctenosaura pectinata* EN LA ETAPA REPRODUCTIVA EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Variables	Media	Valor F	EEM*	Edad (años)				
				3,5 (13)	4,5 (19)	5,5 (29)	6,5 (9)	7,5 (7)
				Inicio del periodo reproductivo				
Peso (g)	537,2	$F_{4,72}$ = 3,85	75,5	467,5^{b}	531,9^{ab}	516,4^{b}	606,6^{ab}	677,9^{a}
Longitud hocico-cloaca (cm)	24,1	$F_{4,72}$ = 8,56	0,23	22,1^{c}	23,4^{bc}	24,9^{ab}	25,0^{ab}	25,7^{a}
Longitud total (cm)	46,4	$F_{4,72}$ = 104,15	2,07	60,2^{a}	24,2^{b}	58,9^{a}	24,8^{b}	56,9^{a}
Longitud de la cabeza (cm)	5,6	$F_{4,72}$ = 15,83	0,05	5,0^{c}	5,5^{b}	5,7^{ab}	5,8^{ab}	6,0^{a}
				Etapa de cópula				
Número de cópulas	2,9	$F_{4,49}$ = 5,18	0,31	5,4^{a}	1,9^{b}	2,2^{b}	3,0^{ab}	2,7^{ab}
Número de machos con los que copuló	2,0	$F_{4,47}$ = 7,33	0,17	3,7^{a}	2,0^{b}	1,7^{b}	1,6^{b}	2,2^{b}
Duración cópulas (min)	5,9	$F_{4,49}$ = 2,1	0,15	5,5	6,5	5,6	5,9	6,2
Periodo de celo (días)	9,1	$F_{4,49}$ = 1,24	1,19	9,6	5,4	11,6	6,7	11,6
				Etapa de gravidez				
Duración de gravidez (días)	60,4	$F_{4,48}$ = 13,09	1,81	55,4^{b}	71,4^{a}	50,1^{b}	72,8^{a}	60,0^{ab}
Peso antes ovoposición (g)	590,8	$F_{4,69}$ = 7,18	15,04	456,1^{b}	583,3^{a}	610,4^{a}	667,1^{a}	683,0^{a}
Peso después de la ovoposición (g)	381,0	$F_{4,72}$ = 9,55	9,58	293,8^{c}	355,4^{bc}	404,3^{ab}	427,0^{ab}	456,5^{a}
Pérdida de peso (%)	64,9	$F_{4,69}$ = 1,01	0,60	64,6	63,0	65,4	65,3	67,3

*EEM: Error estándar. ^{abc} Superíndice distintas en la misma hilera indican diferencias significativas (P<0,01). (n): número entre paréntesis implica cantidad de iguanas evaluadas.

cm, con piso de cemento para evitar que hicieran túneles. Cada jaula contenía cinco árboles de almendro (*Terminalia catappa*) para proporcionar sombra.

Se ofreció una variedad de alimentos *ad libitum*, para simular el contenido de proteína cruda (25,3%) de las plantas consumidas por *C. pectinata* en vida libre [38]. Se brindaron tres tipos comerciales: 1) alimento para pollos en crecimiento, 2) para gallina de postura (*Gallus gallus*) y 3) para conejo (*Oryctolagus cuniculus*), los cuales contenían en promedio 18,4 ± 2,3% de proteína cruda (PC) y 57,9 ± 0,9% de fibra detergente neutro (NDF); así mismo, se proporcionaron dos plantas de la región: 1) frijolillo (*Desmodium infortum*; 19,7% de PC, 41,9% de NDF) y 2) flor de tulipán (*Tulipa gesneriana*) con 16,2% de PC y 54,1% NDF [23]; también se ofrecieron insectos (*Nasutiternes* spp, *Tenebrio molitor,* 75% de PC). El agua fue suministrada en estanques de 0,40 x 0,60 x 0,30 m de ancho, largo y profundidad. Tanto el agua como la alimentación se ofrecieron todos los días por la mañana a las 08:00 h a libre acceso.

En el inicio de cada temporada reproductiva (noviembre-diciembre), las hembras fueron separadas por edad, para medir la longitud (cm) se utilizó una cinta métrica con una aproximación de 0,1 cm para las dos primeras mediciones y para la tercera con un vernier (0,01 mm) se midió de la punta del hocico hasta la cloaca (LHC, cm), la longitud total (LT, cm) y la longitud de la cabeza (LC, cm); el peso (g) se obtuvo por medio de una balanza granataria (marca TORREY, modelo MFQ-40, Refrigeración comercial Hernández, México, con capacidad de 20 kg, con aproximación de 0.001 kg) con capacidad de 20 kg [7, 23]; posteriormente se mantuvieron en observación a partir de las 8:00 a 18:00 h todos los días y cuando se observó apareamiento se registró individualmente la fecha, duración de la cópula (min), número de cópulas de cada hembra, número de machos que copularon con la hembra y la duración en días del periodo total de celo o apareamiento. El período de gravidez se determinó considerando el último apareamiento de cada hembra hasta la postura de los huevos [7]; se pesó (g) por medio de una balanza granataria a cada hembra antes y después de ovopositar, por medio de una balanza granataria para obtener la masa relativa de nidada [27] y para registrar el peso perdido (%), que corresponde a la inversión de peso de la hembra para la nidada. Se obtuvo la correlación entre el tamaño de la puesta y el tamaño de la hembra [26].

Individualmente, los huevos recién ovopositados fueron medidos con un vernier y se registró la longitud (cm), ancho (cm), peso (g) y la circunferencia del embrión; ésta última se observó durante las primeras dos horas post-ovoposición (posteriormente, no era posible distinguirlo por observación directa), dicha determinación es importante porque los huevos que no presentan embrión se descomponen fácilmente y pueden contaminar a los huevos con embrión; además, observar el embrión indica si el huevo es fértil y apto para la incubación; de la misma manera se ha registrado que se pueden observar tres tipos de huevos en la iguana negra: maduros, inmaduros con cáscara blanda e inmaduros sin cáscara [20]. Posteriormente, se obtuvo el número y peso total de nidada por hembra, se midió la viabilidad de los huevos considerando la consistencia del cascarón [20] en viables (fértiles) y no viables, la última categoría corresponde a tres divisiones: 1) huevos inmaduros, considerados como aquellos que solo estaban constituidos por el vitelo, 2) dañados, por las hembras en el momento de la ovoposición y 3) infértiles, sin embrión. Finalmente, los huevos se incubaron en cajas de unicel, con arena húmeda como sustrato de incubación, con una fluctuación de temperatura de 28 a 34°C y una humedad relativa de 65 a 85 % [7].

Las variables evaluadas en las crías fueron el número de crías eclosionadas, peso (g) promedio, LHC (cm), LT (cm) y LC (cm), se determinaron de acuerdo a los procedimientos reportados por Arcos-García y col. [3], así mismo se evalúo el número de días en incubación y el porcentaje de avivamiento= número de crías que emergieron del huevo/número de huevos incubados x 100.

Análisis de varianza. Para el análisis de los resultados se utilizó un análisis de varianza, se manejó como variable independiente la edad de las hembras debido a la importancia de conocer y evaluar la reproducción en hembras primíparas y multíparas [23], la diferencia entre medias por edad fue analizada por medio de la prueba de Tukey [26].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las iguanas, como todos los reptiles siguen creciendo toda su vida, aún después de alcanzar su madurez sexual [24] (TABLA I). En *C. pectinata,* la primera reproducción se observó a los tres años y medio de edad, con peso promedio de 467,5 g (N= 13); similar a otros reportes que indican que la iguana negra inicia el periodo reproductivo entre dos y tres años de edad [2, 24]. La etapa reproductiva es un factor importante, ya que es fundamental para la perpetuación de las especies domésticas [8] y silvestres como la iguana negra [7]; sin embargo, en cautiverio es importante conocer el momento óptimo y la edad de las hembras donde la producción de huevos y crías es la más adecuada para máxima producción.

La longitud de la cabeza en iguana negra incrementa ($P<0,01$) con la edad, así como en los estudios reportados de *I. iguana* y *C. pectinata* [1, 2, 22, 31], dicha variable puede ser importante a futuro para evaluar la reproducción en la iguana negra, debido a la menor variabilidad de los datos de la longitud de la cabeza registrados en relación con la variación de la longitud hocico-cloaca y la longitud total, la penúltima variable también incrementa ($P<0,01$) con la edad de las iguanas.

El número de cópulas y número de machos con los que copuló cada hembra fue mayor ($P<0,01$), en las iguanas de 3,5 años de edad en relación con las hembras de 4,5 y 5,5 años (TABLA I). Reproductivamente es importante conocer el número de veces que la hembra permite que la cubra el macho, porque con ello se determina el periodo de celo o receptibilidad

de la hembra [7]. Las hembras de iguana negra necesitan de varios machos para copular ya que eligen a más de uno durante la temporada reproductiva para garantizar mayor número de huevos fértiles [7] y quizás para aumentar la variabilidad genética de la progenie. Estos datos no coinciden con los reportados por Alvarado y Suazo [2] quienes mencionan que las iguanas presentan un sistema de apareamiento de tipo poligínico, en el que existe intensa competencia entre los machos por aparearse con las hembras y donde la hembra selecciona al macho dominante del grupo de posibles reproductores.

La duración de cópulas y periodo de celo fueron similares (P>0,05), en las edades evaluadas, con promedio de 5,9 ± 0,15 min y 9,1 ± 1,19 días, respectivamente (TABLA I). El conocimiento de este parámetro permite establecer el tiempo de receptividad de las hembras para llevar a cabo técnicas reproductivas naturales o artificiales, como en serpientes [19].

La duración de la gravidez fue mayor (P<0,01) en las hembras de 4,5 años (71,4 d) y 6,5 años (72,8 d), en relación con las otras edades de las hembras (TABLA I). La duración del período de gravidez coincide con estudios previos en iguana negra [7] y verde [22] en condiciones ambientales y de manejo similares. Dicho parámetro se puede utilizar para atender la alimentación de las hembras grávidas como en otras especies [28] y predecir la fecha de postura de la nueva nidada y adecuar las prácticas de manejo.

La pérdida de peso como porcentaje de la ovoposición fue similar (P>0,05) en las hembras de todas las edades (TABLA I). El peso post-ovoposición de las hembras puede influir negativamente en la siguiente etapa reproductiva [12] porque no es seguro que las condiciones de manejo en cautiverio, permitan que la iguana pueda recuperar la masa corporal o en caso contrario, pueden llegar con mucho depósito graso. Se recomienda medir la condición corporal de *C. pectinata* por medio de la relación del peso y condición física de la hembra con el número y la masa promedio de huevos, [9], información que es importante porque la condición corporal determina el tamaño de huevos en otras especies de reptiles [36].

El peso promedio de huevo fue mayor (P<0,01) en las iguanas de 4,5 a 6,5 años de edad, en relación con las iguanas de mayor y menor edad. El número de huevos inmaduros se incrementó (P<0,01) en las hembras de 7,5 años de edad. Fue mayor el peso de la nidada en las hembras de 6,5 de edad (TABLA II). El peso de la hembras se correlaciona (P<0,01) positivamente (0,64) con el número total de huevos, tamaño de nidada (0,68) y el peso promedio de huevos (0,30); pero no muestra correlación (P>0,05) con la masa relativa de nidada ni con el largo de huevo. También existe correlación (P<0,05) entre la longitud hocico-cloaca de las hembras con el número total de huevos y el tamaño de nidada (0,69) (TABLA III). Se ha indicado que el tamaño de la nidada se incrementa de acuerdo con la longitud hocico-cloaca en las hembras de iguana verde [2, 35]; sin embargo, Van Marken y Albert [32], encontraron que no se relaciona el número de huevos con el tamaño de hembra en *Iguana Iguana*. En iguana negra la longitud hocico-cloaca y el peso de las hembras no se correlaciona con las variables tamaño de nidada, ni con las variables de los huevos: peso, longitud y ancho [9, 21].

No hubo diferencias (P>0,05) en las variables de los huevos: longitud (cm), ancho (cm), circunferencia del embrión (cm), ni en las otras variables referentes a daños o huevos inmaduros, ni en la masa relativa de nidada. (TABLA II). Resultados similares han sido reportados [7, 29]. Lo que sugiere que

TABLA II

VARIABLES EVALUADAS EN HUEVOS OVOPOSITADOS DE LA IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) EN CAUTIVERIO

Variables	Media	Valor F	EEM*	Edad (años)				
				3,5 (13)	4,5 (19)	5,5 (29)	6,5 (9)	7,5 (7)
Peso promedio de huevo (g).	6,8	$F_{4,69} = 3{,}17$	0,08	6,3[b]	7,0[a]	6,9 [a]	7.1 [a]	6,7[b]
Longitud de los huevos (cm).	3,1	$F_{4,67} = 0{,}55$	0,18	3,0	3,0	3,1	3.1	3.1
Ancho de los huevos (cm).	1,9	$F_{4,67} = 1{,}55$	0,10	1,9	1,9	1,9	1.8	1.8
Circunferencia del embrión (cm).	1,3	$F_{4,63} = 1{,}2$	0,24	1,4	1,4	1,3	1.2	1.4
Peso de nidada por hembra (g).	208,7	$F_{4,69} = 2{,}88$	7,18	162,3[b]	213,6[ab]	212,7[ab]	240.1[a]	226.5[ab]
Número total de huevos por hembra	30,4	$F_{4,70} = 1{,}65$	0,98	25,8	30,3	30,7	33.6	34.1
Número de huevos fértiles por hembra	28,8	$F_{4,71} = 1{,}37$	1,15	24,4	27,8	29,2	32,1	33,7
Huevos no viables totales	3,42	$F_{4,71} = 1{,}41$	0,79	1,3	5,0	2,9	6,8	0,7
Número huevos inmaduros por hembra	0,013	$F_{4,70} = 2{,}64$	0,11	0,0[b]	0,0[b]	0,0[b]	0.0[b]	0.14[a]
Número de huevos dañados por hembra	7,65	$F_{4,70} = 0{,}58$	1,19	9,38	9,94	6,21	7.22	4.8
Número de huevos infértiles por hembra	1,3	$F_{4,71} = 0{,}61$	0,68	0,0	2,4	1,2	1,5	0,6
Masa relativa de nidada	0,55	$F_{4,69} = 0{,}75$	0,12	0,55	0,58	0,53	0,54	0,50

*EEM: Error estándar. [ab] Superíndice distintas en la misma hilera indican diferencias significativas (P<0,01). (n): número entre paréntesis implica cantidad de iguanas evaluadas.

TABLA III

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE DOS VARIABLES DE LAS HEMBRAS (N=77) CON RESPECTO A VARIABLES DE LOS HUEVOS EN IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) MANTENIDAS EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Variables de las hembras	Número total de huevos	Tamaño de nidada	Variables de los huevos		Masa relativa de nidada
			Peso promedio (g)	Largo promedio (cm)	
Peso (g)	0,64	0,68	0,30	-0,07	-0.007
	0,001	0,0001	0,01	0,54	0,95
Longitud	0,68	0,69	0,21	-0,13	0,18
hocico-cloaca (cm)	0,0001	0,001	0,08	0,29	0,13

TABLA IV

PARÁMETROS DEL PERIODO DE INCUBACIÓN Y DE LAS CRÍAS DE IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) EN EL MOMENTO DE LA ECLOSIÓN EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Variables	Media	Valor F	EEM*	Edad (años)				
				3,5 (13)	4,5 (19)	5,5 (29)	6,5 (9)	7,5 (7)
						Incubación		
Días de incubación	71,2	$F_{4,58}$ = 17,8	0,7	79,8[a]	68,6[b]	70,3[b]	69.1[b]	66.0[b]
						Variables de las crías		
Número de crías nacidas	25,1	$F_{4,61}$ = 2,36	1,2	19,4	22,7	26,1	28.8	33.3
Peso promedio de las crías (g)	5,4	$F_{4,61}$ = 12.72	0,1	4,5[b]	5,1[ab]	5,8[a]	5.5[a]	5.9[a]
Longitud hocico-cloaca crías (cm)	5,5	$F_{4,61}$ = 8,76	0,04	5,2[b]	5,3[b]	5,6[a]	5.6[ab]	5.7[a]
Longitud total de las crías (cm)	20,4	$F_{4,.58}$ = 5,87	0,16	19,1[b]	20,3[ab]	20,6[a]	20.9[a]	21.7[a]
Longitud cabeza de las crías (cm)	1,58	$F_{4,61}$ = 3,11	0,01	1,57	1,56	1,61	1.61	1.55

*EEM: Error estándar. [abc] Superíndice distintos en la misma hilera indican diferencias significativas (P<0,01). (n): número entre paréntesis implica cantidad de iguanas evaluadas.

estas variables están determinadas genéticamente [1] y no varía con la edad reproductiva ni con la longitud hocico-cloaca de las hembras reproductoras. Sin embargo, se ha demostrado que existe variación del peso y longitud de los huevos dentro de la misma nidada en condiciones silvestres en clima árido [9] lo que se corrobora por las desviaciones con respecto a la media que se muestra en el presente trabajo. Por ello, en las hembras reproductoras se puede utilizar una alimentación con un contenido energético de 2,703 Mca/kg de energía metabolizable y con 25,3% de proteína cruda similar como en las iguanas en vida silvestre [38].

El número de huevos ovopositados coinciden con otros estudios [9, 29]; no obstante, no se encontró información sobre el número de huevos infértiles en iguana negra [2, 7, 29]. Sin embargo, la tortuga Baula (*Dermochelis coriacea*) tiene un 73,18% de huevos fértiles [10], que es mayor al encontrado en iguana negra.

En el presente estudio, la masa relativa de nidada fue mayor que lo reportado por otros autores [9] y no coincide en que la iguana negra invierte un tercio de su peso corporal para la producción de crías [2]; sin embargo, el esfuerzo reproductivo permanece contante conforme las hembras incrementan la edad. Por lo tanto, no coincide con lo indicado por Williams [37], quien menciona que el esfuerzo reproductivo relativo en una especie debe incrementar con la edad, porque a medida que un animal envejece habrá mayor costo para futuras reproducciones: Sin embargo, coincide con otro estudio llevado a cabo con *C. pectinata* en condiciones silvestres, donde se indica que la masa relativa de nidada alta de esta especie puede ser una consecuencia ambiental, específicamente durante la estación reproductiva [9].

Los días de incubación (77,2) fueron mayores (P<0,01) en las hembras de menor edad, con respecto a las hembras de mayor edad (TABLA IV). Posiblemente estos resultados difieran por las diferencias de temperaturas, ya que se puede acortar o alargar el periodo de formación del embrión por factores ambientales [2], de manejo, edad de las hembras evaluadas y por factores genéticos. El porcentaje de crías eclosionadas en este estudio representa el 87,2% de los huevos incubados, resultados similares han sido registrados en vida silvestre [1]; de acuerdo con ello, la técnica empleada en cautiverio es adecuada, no obstante se deben mejorar las condiciones de incubación y el manejo para garantizar el mayor número de crías.

En relación con el número de las crías al nacimiento no hay diferencias (P>0,05) por efecto de la edad de las hembras; aunque, el peso promedio, la longitud hocico-cloaca y total

medidas en la crías mostraron que las hembras más pequeñas produjeron crías más pequeñas (P<0,05) que las hembras de mayor edad. Suazo y Alvarado [29, 30] y Aguirre [1] obtuvieron resultados similares del peso promedio y la longitud hocico-cloaca de las crías; sin embargo, no indican diferencias en las crías por efecto de la edad de las hembras reproductoras, información que es relevante en los sistemas de producción animal. Resultados similares en el comportamiento de las variables de las crías se registraron en *I. iguana*, donde se indica que las hembras con mejores parámetros reproductivos son aquellas con edad de 4,5 a 7,5 años de edad [23].

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Las hembras de iguana negra inician la madurez sexual después del tercer año de edad. Las hembras reproductivas mayores de 4,5 años, presentan las mejores características reproductivas ya que producen crías más pesadas, con mayor longitud hocico-cloaca y longitud total; por lo tanto, se recomiendan como hembras reproductoras en condiciones intensivas a aquellas con edad mayor a 4,5 años.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad del Mar, por las facilidades brindadas a través del proyecto número 2IE0805. Al CONACYT por el apoyo recibido del proyecto número 91046, correspondiente a la convocatoria de apoyo complementario a investigadores en proceso de consolidación, SNI 1 2008.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AGUIRRE, H.V. Aspectos reproductores y de historias de vida de una población de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) sujeta a alta incidencia de caza. Facultad de Ciencias. UNAM. México. Tesis de Grado. 53 pp. 2002.

[2] ALVARADO, D.J.; SUAZO, O.I. Utilización y situación actual. En: Laboratorio tortuga marina y biología de la conservación, Facultad de biología (Ed). **Las iguanas de México. Historia natural y conservación.** 1ª Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. Pp 57-77. 1996.

[3] ARCOS-GARCÍA, J.L.; COBOS, P.M.A.; REYNOSO, R.V.H.; MENDOZA, M.G.D.; ORTEGA, C.M.E.; CLEMENTE, S.F. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. **Vet. Méx.** 33: 409-419. 2002.

[4] ARCOS-GARCÍA, J.L.; REYNOSO, R.V.H.; MENDOZA, M.G.D.; SÁNCHEZ, H.D. Identificación del sexo y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil. **Vet. Méx.** 36: 53-62. 2005a.

[5] ARCOS-GARCÍA, J.L.; REYNOSO, R.V.H.; MENDOZA, M.G.D.; CLEMENTE, S.F.; TARANGO, A.LA; CROSBY, G.M.M. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XV (4): 338-344. 2005b.

[6] ARCOS-GARCÍA, J.L.; COBOS, P.M.A.; SÁNCHEZ, H.D.; REYNOSO, V.H.; MENDOZA, M.G.D.; AGUILAR, V.B.C. Digestibilidad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) alimentadas con dietas a base de diferentes componentes de insectos y vegetales. **Rev**. **Científ. FCV-LUZ.** XVII (3): 255-261. 2007.

[7] ARCOS, G.J.L.; LÓPEZ, P.R. Comportamiento etológico relacionado con la fisiología de la reproducción. En: **La iguana negra. Fundamentos de reproducción, nutrición y manejo.** Optime Impresos S. de RL. de CV (Ed.). 1ª Ed. México. Pp 71-104. 2009.

[8] BUXADÈ, C.C. Reproducción. En: **Ovino de carne: aspectos claves**. Mundi Prensa (Ed). 1ª Ed. España. Pp 141–163. 1998.

[9] CASTRO-FRANCO, R.; BUSTOS-ZAGAL M.G.; MÉNDEZ-De LA, C.F.R. Variation in parental investment and relative clutch mass of the spiny-tail iguana, *Ctenosaura pectinata* (Squamata: Iguanidae) in central México. **Rev. Mex. Biod**. 82: 199-204. 2011.

[10] CHACON, C.D. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). **Rev. Biol. Trop.** 47: 225-236. 1999.

[11] COOKE, R.G. Los hábitos alimentarios de los indígenas precolombianos de Panamá. **Rev. Med. Panamá.** 6: 65-89. 1981.

[12] CORREA-SANCHEZ. F.; GODINES-CANO, E. Reproducción de Boa constrictor imperator (Serpentes:Boidae) en cautiverio. **Bol. Soc. Herpetol. Mex.** 10: 36. 2002.

[13] DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (DOF). “Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”. Segunda Sección, Poder Ejecutivo, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. En Línea: http://dof.gob. Mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha= 30/12/2010. 05/02/2011.

[14] FERREIRA, A.; DOLDER, H. Ultrastructural Analysis of Spermiogenesis in *Iguana iguana* (Reptilia: Sauria:Iguanidae). **Europ. J. Morphol.** 40: 89-99. 2002.

[15] GARCÍA, E. Sistemas de clasificación climática. En: **Apuntes de Climatología**. Offset Larios, S.A. (Ed). 6ª Ed. México. Pp 104-105. 1989.

[16] HARRIS, D.M. The Phenology, Growth and Survival of the Green Iguana (*Iguana iguana*). In: Burghardt GM, AS Rand (Eds). **Iguanas of the World. Their Behavior, Ecology and Conservation.** 2st Ed. Noyes Publ. Northern Colombia. Pp 150-161. 1982.

[17] HERNÁNDEZ, P.R.C. Aprovechamiento de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre "El Gran Saurio" de Axochiapan, Morelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México, México. Tesis de Grado. 110 pp. 2003.

[18] KRYSKO, K.L.; KING, F.W.; ENGE, K.M; REPPAS, A.T. Distribution of the introduced black spiny-tailed iguana (*Ctenosaura similis*) on the southwestern coast of Florida. **Biol. Sci** 2: 74-79. 2003.

[19] MENGDEN, G.A.; PLATZ, C.C.; HUBBARD, R.; QUINN, H. Semen collection, freezing and artificial insemination in snakes. In: **Reproductive Biology and Diseases of captive reptiles**. Meseraull Printing. Ed. Inc. Kansas, U.S. A. 71 pp. 1980.

[20] MOCTEZUMA, M.A. Desarrollo embrionario de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) a partir de la ovoposición hasta la eclosión. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. México. Tesis de Grado. 63 pp. 2009.

[21] LÓPEZ, R.O.A. Caracterización de la etapa reproductiva de la iguana negra (Ctenosaura pectinata) mantenida en condiciones de cautiverio. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México. Tesis de Grado. 54 pp. 2009.

[22] PINACHO, S.B. Descripción de la fase reproductiva de iguana verde (*iguana iguana*) en condiciones de cautiverio. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México. Tesis de Grado. 79 pp. 2008.

[23] PINACHO, S.B.; ARCOS-GARCÍA, J.L.; LÓPEZ, P.R.; MENDOZA, M.G.D.; PLATA, P.F.X. Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio en Oaxaca, México. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**: XX (5): 467-472. 2010.

[24] POUGH F.H. Lizard energetics and diet. **Ecol**. 54:837-844. 1973.

[25] SEMARNAT. Sistemas de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. 2009. México En línea: www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/pages/umas.aspx. 30/12/2010.

[26] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. (SAS) Education Analitical Suite for Windows Release 9.2. 2010.

[27] SHINE, R. "Costs" of reproduction in reptiles. **Oecol.** 26:92-100. 1980.

[28] SHIMADA, M.A. Alimentación animal, Parte II. En: Trillas (Ed). **Nutrición Animal**. 1ª Ed. México. Pp 233-370. 2007.

[29] SUAZO, O.I.; ALVARADO, D.J. Situación de la especie. En: Laboratorio tortuga marina y biología de la conservación. Facultad de biología (Ed). ***Iguana negra.*** **Notas sobre su historia natural.** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en colaboración con el Fish and Wildlife Service y Ecotonia A. C. México. 32 pp. 1994.

[30] SUAZO, O.I.; ALVARADO, D.J. Historia natural. En: Taller de Producción gráfica (Ed). ***Iguana verde.*** **Manual de Conservación y Manejo.** 1ª Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México. Pp 16-33. 1996.

[31] TERAN, C.J. Iguana Negra "*Ctenosaura pectinata*". Universidad Nacional Autónoma de México, México. Tesis de Grado. 35 pp. 1993.

[32] VAN MARKER, L.W.D.; ALBERS, K.B. Reproductive adaptations of the green iguana on a semiarid island. **Copeia.** 3:790-798. 1993.

[33] VIEIRA, G.H.C.; COLLI, G.R.; BÁO, S.N. The ultrastructure of the spermatozoon of the lizard *Iguana iguana* (Reptilia, Squamata, Iguanidae) and the variability of sperm morphology among iguanian lizards. **J. Anat**. 204: 451-464. 2004.

[34] WEBER, M.; GARCÍA-MARMOLEJO, G; REYNA-HURTADO, R. The tragedy of the commons: Wildlife management units in southeastern Mexico. **Wild. Soc. Bull.** 34: 1480-1488. 2006.

[35] WIEWANDT, T.A. Evolution of Nesting Patterns in Iguanine Lizards. In: **Iguanas of the World. Their Behavior, Ecology and Conservation.** Burghardt, G. M.; Rand, A.S. (Eds). Park Ridge, N.J., Noyes Publ. Pp 119-139. 1982.

[36] WILKINSON, L.R.; GIBBONS, J.W. Patterns of reproductive allocation: clutch and egg size variation in three freshwater turtles. **Copeia**. 4:868-879. 2005.

[37] WILLIAMS, G.C. Natural selection, the cost of reproduction, and a refinement of Lack's principle. **Amn. Nat.** 100: 687-690. 1966.

[38] ZURITA-CARMONA, M.E.; AGUILAR-VALDEZ, B.C.; GONZÁLEZ-EMBARCADERO A.; MENDOZA-MARTINEZ, G.D.; ARCOS-GARCIA, JL. Composición de la dieta, consumo de proteína y energía en iguana negra, *Ctenosaura pectinata Wiegmann,* 1834, y densidad poblacional en Santos Reyes Nopala, Oaxaca. **Universid. Cien. Tróp. Húm.** 25 (1): 103-109. 2009.